

Transformaciones rítmicas: de binarizaciones y ternarizaciones - I

Paco Gómez

1 Introducción

Este artículo es el primero de una serie de tres sobre la cuestión de las transformaciones rítmicas. En ella estudiaremos las transformaciones de ritmos binarios a ternarios y viceversa, fenómenos que reciben los nombres de **binarización** y **ternarización**, respectivamente. Como ilustración, examinaremos el proceso de binarización de ritmos ternarios descrito por Rolando Pérez en su libro *La binarización de los ritmos ternarios africanos en América Latina* [Pér86]. Por supuesto, los aspectos matemáticos y computacionales de las transformaciones rítmicas no faltarán en esta serie.

Un estilo musical se caracteriza entre otras por sus peculiaridades rítmicas. Cuando a lo largo del tiempo ese estilo evoluciona sus características rítmicas también lo hacen. ¿Cómo tienen lugar esas transformaciones rítmicas? En algunos casos las transformaciones rítmicas se han podido documentar, principalmente en tradiciones musicales escritas. Por ejemplo, en el estilo musical de finales del siglo XIV conocido como *Ars Subtilior* [Ran86] los compositores usaban técnicas rítmicas muy elaboradas, que incluían la **isorritmia** [Fer99, Ran86], para llevar a cabo transformaciones rítmicas. El compositor y teórico Philippe de Vitry (1291–1361) incorporó dos novedades en la práctica musical de la época: por un lado, definió cómo se tenían que dividir la breve y semibreve (las modernas nota cuadrada y redonda) y, por otro, introdujo un sistema de notación que permitía usar el ritmo binario y el ritmo ternario en una misma composición. Estas innovaciones teóricas fueron aceptadas rápidamente por los compositores y trajeron como consecuencia más transformaciones rítmicas, algunas, como hemos dicho, muy elaboradas. A mitad del siglo XIV, el tenor del motete adopta dos elementos estructurales claros: el **color**, que es una serie fija de alturas, y la **talea**, o patrón rítmico. Color y talea se pueden combinar de diferentes maneras. Con la partitura de la figura 1 (tomada de [Qui13]) podemos ilustrar cómo funciona el color y la talea; solo se muestra la primera página. En este motete tenemos lo siguiente:

- La talea o esquema rítmico está formada por 25 compases que se repiten literalmente; la talea está marcada en la partitura como *T-1* y *T-2*.
- El color o sucesión de alturas está compuesto por las 19 primeras notas de la línea del tenor (la voz más grave, en clave de fa); las notas están numeradas para mayor claridad.
- La talea a su vez se compone de un segmento de cuatro compases ternarios (de 9/8), seguido de ocho compases binarios (de 6/8), y finalmente seguido de otro de cuatro compases ternarios (de 9/8). El segmento central, el del compás binario, está escrito en rojo para avisar al intérprete del cambio.
- Un análisis más fino de la talea desvela que los segmentos en rojo tienen estructura de espejo. Si contamos las duraciones en unidades de negra con puntillo, la estructura de esos segmentos se puede describir como sigue:

$$2 - 2 - 4 - \textit{silencio} - 4 - 2 - 2$$

Garrit Gallus - In nova ferit

Motete del Roman de FAUVEL

Philippe de Vitry (1291-1361)

T-1

4 7 9 11 13 15

1 2 3 4 5 6 7 8 9

T-2

17 20 23 26 29

10 11 12 13 14 15

32 34 36 38 40 42 45

16 17 18 19 1 2 3 4 5

El motete tiene 150 compases formados por la seis repeticiones de la talea. Sin embargo, el color consta de 19 notas, que al colocarlas en la figuración rítmica de la talea ocupan 40 compases. A pesar de que 40 no divide a 150 de modo exacto, al final del motete, la talea y el color coinciden. Ello es porque el compositor omite algunas notas del color en las partes centrales para evitar que el final de la talea caiga en medio del color. Este tipo de licencias eran normales en la práctica compositiva de la época.

El musicólogo Rolando Pérez describió en [Pér86, Pér90] una teoría que explicaría el proceso por el cual los ritmos africanos traídos por los esclavos a Cuba se transformaron paulatinamente en ritmos binarios. Así, el ritmo $[x \cdot x \cdot x \cdot \cdot x \cdot x \cdot \cdot]$, ternario y de 12 pulsos, se habría transformado en $[x \cdot \cdot x \cdot \cdot x \cdot \cdot \cdot x \cdot x \cdot \cdot]$, binario y de 16 pulsos. Obsérvese que en este caso estamos considerando estilos musicales que en buena parte son orales. Su teoría ha recibido críticas por parte de otros musicólogos; véanse los artículos [Rob90], [Loz90] y [Car90]. Gómez y sus coautores estudiaron en [GKK⁺07] los aspectos matemáticos de las binarizaciones y ternarizaciones y tomaron como datos experimentales los ofrecidos Rolando Pérez en su libro. Se pueden encontrar otros ejemplos de transformaciones rítmicas. Manuel [Man04] describe un proceso de binarización similar, que tuvo lugar en España y Cuba, donde la guajira, ritmo que alterna los compases de 3/4

y 6/8, se transforma en la guajira-son, ritmo claramente binario. Una discusión más general de la evolución de los ritmos cubanos se puede encontrar en [Aco05].

2 Transformaciones rítmicas

Para hablar de transformaciones rítmicas necesitamos definir el concepto de **patrón rítmico**, el cual se concebirá como una sucesión de duraciones. Como hemos hecho en otras ocasiones, representaremos un patrón rítmico por su notación de caja o por su sucesión de duraciones. Por ejemplo, el ritmo de la clave son, $[x \dots x \dots x \dots x \dots x \dots]$, se puede representar por su notación de caja, o por [33424], su notación por sucesión de duraciones.

La primera transformación rítmica que de manera natural aparece es el **cambio de tempo** o velocidad a la cual se toca el patrón. El cambio de tempo, sobre todo si es extremo, implica un cambio en la percepción del patrón rítmico. Esta transformación no implica un cambio en las duraciones relativas de un patrón rítmico y no es el tipo de transformaciones que consideraremos en esta serie de artículos; nos centraremos en las transformaciones que cambian las duraciones del patrón.

Las transformaciones rítmicas más elementales que operan sobre las duraciones son las llamadas **consolidación** y **fragmentación** en la terminología introducida por Mongeau y Sankoff [MS90]. La consolidación consiste en la unión de dos duraciones adyacentes en una nueva de suma las dos duraciones. Una fragmentación es una operación que divide una duración dada en dos duraciones cuya suma total da la duración original. Si aplicamos una consolidación a las dos últimas duraciones del ritmo $[x \dots x \dots x \dots x \dots x \dots]$ obtenemos el ritmo $[x \dots x \dots x \dots x \dots]$; si en ese ritmo fragmentamos la última duración, que es 4, en 1+3, tenemos el ritmo $[x \dots x \dots x \dots x \dots x \dots]$. Otros autores independientemente y con otra terminología definieron estas operaciones; véanse Pearsall [Pea97] y Pressing [Pre83]. La consolidación es equivalente a sustituir una nota por un silencio y la fragmentación a sustituir un silencio por una nota. Ambas operaciones tienen la limitación de que solo operan sobre duraciones adyacentes.

Otra operación que ofrece más posibilidades es la **permutación** o intercambio de dos duraciones adyacentes. La idea de la permutación fue presentada por David Lewin [Lew96] en primer lugar para el dominio de las alturas, de la melodía, y luego se empezó a considerar en el dominio del ritmo. En el patrón de la clave son [33424] una permutación de las duraciones 3 y 4 daría el ritmo [34324] o $[x \dots x \dots x \dots x \dots x \dots]$. Toussaint [Tou03] definió una distancia entre patrones rítmicos basada en contar el número mínimo de operaciones para transformar un patrón dado en otro; véase [Góm13b] para una exposición divulgativa. Esa distancia recibe el nombre de **distancia de permutación dirigida** y es una generalización de la distancia de Hamming. Las operaciones permitidas en esta distancia incluyen intercambios de notas o silencios entre posiciones adyacentes con las siguientes restricciones:

1. Se convierte el ritmo de más notas, R1, al de menos notas, R2.
2. Cada nota de R1 tiene que moverse a una nota de R2.
3. Cada nota de R2 ha de recibir al menos una nota de R1.
4. Las notas no pueden cruzar el final del ritmo y aparecer por el principio.

Originalmente, la distancia de permutación dirigida solo estaba definida para patrones rítmicos con el mismo número de pulsos, pero en [DBFG⁺04] y [DBFG⁺05] se generalizó a patrones con distinto número de pulsos.

Otra transformación rítmica, que tiene inspiración geométrica, es la **rotación** de ritmos. Esta transformación no consiste más que en elegir otro pulso diferente al primero donde empezar el patrón rítmico. En el artículo de mayo de 2012 de esta misma columna estudiamos la rotación de ritmos para claves; véase [Góm13a]. Una rotación de tres pulsos transforma el patrón $[x \dots x \dots x \dots x \dots x \dots]$ en $[x \dots x \dots x \dots x \dots x \dots]$ (o en notación de distancias, transforma [33424] en [34243]).

En todo lo expuesto hasta ahora no hemos tenido en cuenta la métrica, sino solamente las duraciones. Cuando se considera un patrón rítmico dentro de una métrica se pueden definir nuevas transformaciones rítmicas. En la música occidental las métricas más comunes implican subdivisiones binarias o ternarias. Un patrón rítmico escrito en un compás ternario se puede transformar en otro escrito en un compás binario (no siempre la correspondencia es obvia). Este proceso se llama **binarización**; el proceso inverso se denomina **ternarización**. A lo largo de este artículo analizaremos en detalle cómo se producen estas transformaciones rítmicas.

En la música occidental se encuentra una gran variedad de transformaciones rítmicas. He aquí una breve lista:

- **Ornamentación o adornos.** Los hay de muchos tipos y dependen incluso del periodo histórico. Los más habituales son trinos, mordentes, grupetos, notas muertas.
- **Aumentación y disminución.** La primera consiste en aumentar en una duración constante todas las duraciones del patrón y la segunda, en la operación contraria.
- **Síncopa** o acentuación de una nota en parte débil; también se dice de un cambio inesperado de acento. Esta transformación rítmica tiene en cuenta el aspecto acentual del patrón.
- **Modulación métrica.** Repetición de una célula rítmica en diferentes posiciones del compás. Esto provoca ambigüedad rítmica en el oyente.

En todo lo anterior no hemos tenido en cuenta los aspectos perceptuales de las transformaciones rítmicas. ¿Cuánto cambia la percepción rítmica al aplicar cualquiera de las transformaciones anteriores? Esta pregunta lleva directamente al concepto de **similitud rítmica** (véase la serie *Distancia y similitud melódica*, mayo a junio de 2011, en esta misma columna). Como ejemplo de las delicadas cuestiones que pueden surgir al considerar los aspectos perceptuales, fijémonos en los resultados obtenidos por el psicólogo de la música Handel [Han98]. En este trabajo prueba que el agrupamiento tiene preponderancia perceptual sobre la métrica, esto es, que el cambio en el agrupamiento de un patrón rítmico produce un cambio perceptual más agudo que el que produce el cambio métrico. En las transformaciones rítmicas enumeradas más arriba no se consideraron los cambios perceptuales originados por las transformaciones rítmicas.

Bibliografía

- [Aco05] Leonardo Acosta. On generic complexes and other topics in Cuban popular music. *Journal of Popular Music Studies*, 17(3):227–254, December 2005.
- [Car90] José Jorge De Carvalho. Review: La binarización de los ritmos ternarios africanos en América Latina. *Yearbook for Traditional Music*, 22:148–151, 1990.
- [DBFG⁺04] Miguel Díaz-Bañez, Giovanna Farigu, Francisco Gómez, David Rappaport, and Godfried T. Toussaint. El compás flamenco: a phylogenetic analysis. In *Proceedings of*

BRIDGES: Mathematical Connections in Art, Music and Science, pages 61–70, Southwestern College, Winfield, Kansas, July 30 - August 1 2004.

- [DBFG⁺05] Miguel Díaz-Bañez, Giovanna Farigu, Francisco Gómez, David Rappaport, and Godfried T. Toussaint. Similaridad y evolución en la rítmica del flamenco: una incursión de la matemática computacional. *Gaceta de la Real Sociedad de Matematica Española*, 8(2):489–509, May-August 2005.
- [Fer99] Françoise Ferrand. *Guide de la Musique du Moyen Âge*. Fayard, Paris, 1999.
- [GKK⁺07] F. Gómez, I. Khoury, J. Kienzle, E. McLeish, A. Melvin, R. Pérez-Fernandez, D. Rappaport, and G. Toussaint. Mathematical models for binarization and ternarization of musical rhythms. In *Proceedings of BRIDGES: Mathematical Connections in Art, Music and Science*, pages 99–108, San Sebastián, España, agosto 2007.
- [Góm13a] Paco Gómez. Rotaciones de ritmos. http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com_content&view=article&id=14103:36-mayo-2012-rotaciones-de-ritmos&catid=67:ma-y-matemcas&directory=67, consultado en julio de 2013.
- [Góm13b] Paco Gómez. Similitud rítmica en el flamenco. http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com_content&view=article&id=12152:23-marzo-2011-similitud-ritmica-en-el-flamenco&catid=67:ma-y-matemcas&directory=67, consultado en julio de 2013.
- [Han98] Stephen Handel. The interplay between metric and figural rhythmic organization. *Human Perception and Performance*, 25(5):1546–1561, 1998.
- [Lew96] David Lewin. Cohn functions. *Journal of Music Theory*, 40(2):181–216, Autumn 1996.
- [Loz90] Steven Loza. Review: La binarización de los ritmos ternarios africanos en América Latina. *Latin American Music Review*, 11(2):296–310, Autumn-Winter 1990.
- [Man04] Peter Manuel. The Guajira between Cuba and Spain: A study in continuity and change. *Latin American Music Review*, 25(2):137–162, Fall-Winter 2004.
- [MS90] M. Mongeau and D. Sankoff. Comparison of musical sequences. *Computers and the Humanities*, 24:161–175, 1990.
- [Pea97] Edward Pearsall. Interpreting music durationally: a set-theory approach to rhythm. *Perspectives of New Music*, 35(1):205–230, Winter 1997.
- [Pre83] Jeff Pressing. Cognitive isomorphisms between pitch and rhythm in world musics: West Africa, the Balkans and Western tonality. *Studies in Music*, 17:38–61, 1983.
- [Pér86] Rolando A. Pérez. *La binarización de los ritmos ternarios africanos en América Latina*. Casa de las Américas, Havana, 1986.
- [Pér90] Rolando A. Pérez. *La música afromestiza mexicana*. Universidad Veracruzana, Veracruz, 1990.
- [Qui13] María Quintanilla. Análisis de Garrit gallus, de Philippe de Vitry. <http://mariaquintanilla.wordpress.com/2012/11/25/analisis-de-garrit-gallus-de-philippe-de-vitry/>, consultado en julio de 2013.

- [Ran86] D. (editor) Randel. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Akal, London, 1986.
- [Rob90] James Robbins. Review: La binarización de los ritmos ternarios africanos en América Latina. *Ethnomusicology*, 34(1):137–139, Winter 1990.
- [Tou03] Godfried T. Toussaint. Classification and phylogenetic analysis of African ternary rhythm timelines. In *Proceedings of BRIDGES: Mathematical Connections in Art, Music and Science*, pages 25–36, Granada, Spain, July 23-27 2003.